УДК 001.81

Егерев Сергей Викторович,
доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник РИЭПП,
тел.: (495)916-28-84,
e-mail: segerev@gmail.com

Захарова Светлана Арменовна,
кандидат социологических наук,
старший научный сотрудник
Московского педагогического
государственного университета

КРАУДСОРСИНГ В НАУКЕ*

Распределенная исследовательская деятельность

Сложившаяся в российской научной сфере непростая ситуация заставляет научное сообщество изыскивать новые организационные формы исследовательской деятельности. К такому поиску ученые прибегают потому, что социальная атмосфера, кадровая обстановка в российских научных организациях сегодня далеки от благополучия. К неблагоприятным явлениям, препятствующим полной реализации научного потенциала НИИ или вуза, относятся, например:

– размежевание управленческой и креативной элит внутри организации: руководители и ученые часто не связаны общими целью и источником финансирования;

– атомизация научных исследований: научные группы, коллективы лабораторий распадаются. Сегодня научный поиск – это зачастую удел разрозненных одиночек;

– вторичная занятость ученых;

– психологическое неблагополучие, слабая мотивация к выполнению исследовательских проектов «под ключ». Особенно заметно отсутствие мотивации в среде научной молодежи;

– кадровый дисбаланс внутри научной организации;

– вынужденное латентное субсидирование научной деятельности ее субъектами (например, ученый продолжает научную карьеру только потому, что его содержание берут на себя родственники). Такие ученые независимы. Они взаимодействуют с руководителями своих НИИ только в случае, если их творческие планы совпадают;

– разрушение экспертного сообщества, разрушение среды научного общения,

– самоизоляция научных учреждений, разрушение многолетних коопераций.

В попытке все-таки выполнить исследовательские задачи даже в неблагоприятной обстановке, ученые пытаются воспользоваться некоторыми положительными обстоятельствами. Определенная свобода дея-

---

* Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 11-03-00100а).

тельности ученого и так называемая альтернативность научного поиска позволяют компенсировать все более очевидные сбои традиционной иерархической, жесткой системы научного планирования. Эксперты даже отмечают некоторые положительные моменты распада управленческих структур:

> Альтернативность... возникла отчасти благодаря определенной дезорганизации нашей научной системы, снятию многих ограничительных барьеров... ослаблению дисциплины, что для Академии [наук] факт скорее положительный, чем отрицательный... Плюсы заключаются, прежде всего, в той же альтернативности, возможности «не мытьем, так катаньем» заниматься любимыми темами и еще менее зависеть от начальства [1].

Для многих исследователей оказалось очень заманчивым этой свободой воспользоваться. Появились и стали развиваться новые формы организации исследовательского труда, основанные на принципах гибкого проектного финансирования и ориентированные на участие мобильных научных групп. Движение от иерархических форм организации такой деятельности к неформальным сетевым и даже дисперсным формам становится все более распространенным. Менеджерам импонирует то, что сетевые формы позволяют снижать издержки по проекту, а ученых привлекают более широкие возможности для творческой самореализации. Эффективными организационными формами признаны временные ассоциации небольших групп, а также научно-образовательные центры в различных формах.

Также и в глобальном масштабе наука сталкивается с вызовами времени. Объективное развитие научных процессов в последние годы привело к пониманию важности быстрого развертывания крупного научного проекта и его выполнения с высоким качеством. Такой проект может быть не по силам одной или даже двум организациям. Сетевая структура квалифицированных кадров, знающих и дополняющих друг друга, справится с амбициозными проектами быстрее и более качественно. Фактом современного научного подхода стало использование свободных сетей исследователей из различных компаний, создание сообщества для решения общей задачи. Оптимизация использования потенциала «распределенных» ученых уже признана сегодня одной из важнейших научных проблем.

Как ответ на современные вызовы (и благодаря новым возможностям) происходит становление неформальных научных коллективов, «невидимых колледжей», «колабораторий», ориентированных на распределенную научную деятельность. Внимание исследователей привлекает деятельность неформальных распределенных научных коллективов. В числе пионерских российских работ – публикация по вопросам виртуальных ко-лабораторий [2].

Под распределенной исследовательской деятельностью будем понимать совместное выполнение проектов исследователями или экспертами, использующими новые коммуникационные технологии для удаленной работы и выполняющими эту работу вне рамок традиционных лабора-

торий. Распределенная исследовательская деятельность имеет в основе определенные проектные задачи и роли всех участников. Термин используется по примеру известного термина «распределенные вычисления», определяющего совместную работу множества пространственно разнесенных компьютеров. Формы распределенной научной деятельности разделяются на сетевые и дисперсные.

Распределенные сетевые научные коллективы сохраняют черты научной команды, пусть и «разбросанной» по институтам и городам. К числу таких коллективов могут относиться группы, конкурирующие за право работать по межинститутским грантам, коллективы, ассоциированные с ведущими научными школами, «мегагрантовыми лабораториями» и научно-образовательными центрами. Напротив, дисперсные научные коллективы характеризуются большой степенью автономности их участников. Это, например, разнообразные «краудсорсинговые» сообщества. Современный интернет-инструментарий способствует эффективной работе членов сообщества, которые могут и не знать друг друга в лицо. Некоторые из участников «дисперсной» деятельности вообще могут не считать науку своим основным занятием.

Краудсорсинг, коллективная интеллектуальная деятельность и wiki-активность

Если в сетевых проектах участники персонально знакомы с менеджером, то в дисперсных версиях распределенной научной деятельности место инициаторов и менеджеров чаще всего остается «за кадром». Со своей стороны, эти инициаторы заранее могут и не знать, кто конкретно откликнется на публичное приглашение к участию в такой работе.

Трудно провести четкие границы между понятиями «краудсорсинг», «коллективная интеллектуальная деятельность» и «wiki-активность». И это несмотря на то, что такие понятия «на слуху» уже не первый год. Так, понятие «краудсорсинг» в последние годы распространилось весьма широко, одних только его определений опубликовано более 40. Краудсорсинг представляет собой процесс накопления данных и знаний с привлечением больших групп «распределенных» добровольцев к генерированию идей и решений. Основное внимание в исследованиях этого социального явления уделяется роли краудсорсинга в организации и выполнении бизнес-проектов. Потенциал его как формы исследовательской деятельности изучен слабее (к числу немногих серьезных работ на эту тему отнесем публикацию [3]), а учет особенностей российского научного краудсорсинга вообще находится в зачаточном состоянии. Складывается парадокс: в российской научно-технической политике возможности краудсорсинга до сих пор не рассматриваются, в то время, как русскоязычные эксперты и исследователи, независимо от страны проживания, очень активны в международных краудсорсинговых проектах, начиная с самых первых инициатив в этой области.

Краудсорсинг позволяет снизить издержки и придать динамику исследовательской работе, как результат (там, где это возможно) вытесняются дорогостоящие аутсорсинговые услуги. Термин «краудсорсинг» введен в 2006 году применительно к поиску бизнес-решений [4]. Не следует считать, что краудсорсинг является порождением Интернета. Практически любой публичный открытый конкурс на создание уникального творения в области науки или искусства всегда носил характер краудсорсингового призыва. Так, историки краудсорсинга ведут отсчет дисперсной научно-технической деятельности с 1714 года, когда никому не известный столяр из Йоркшира выиграл так называемый «долготный приз». Этот крупный денежный приз был учрежден Британским парламентом в надежде найти решение очень актуальной тогда задачи определения долготы на парусных судах. Участвовать мог любой желающий – и результат превзошел все ожидания [5]. К числу серьезных примеров «докомпьютерного» краудсорсинга относится коллективная распределенная работа над Оксфордским словарем английского языка в начале XX века [6]. К забавным примерам отнесем книгу Э. Успенского «Красная рука, черная простыня…», написанную по материалам множества «пионерских страшилок», присланных известному писателю по обычной почте со всех концов бывшего СССР. Интернет всего лишь придал краудсорсингу новое качество.

Согласно работе [7], для характеризации процессов краудсорсинга важно, что (а) краудсорсинг как «практика решения аутсорсинговых задачах, поставленных группе или сообществу людей при открытом приглашении к участию», является хотя и относительно новым, но уже свершившимся явлением общечеловеческой культуры, и (б) практика краудсорсинга показала, что открытые интернет-источники могут питать целую экосистему научных коллективов, что в свою очередь приближает назревшие изменения в традиционалистских взглядах на интеллектуальную собственность.

Характер научных краудсорсинговых проектов весьма разнообразен. Например, в проектах «простых операций» к удаленному выполнению рутинных и небольших по трудоемкости заданий при весьма скромном вознаграждении привлекают большое число образованных, но финансово неблагополучных исполнителей. Так, в проекте «Mechanical Turk» компании Amazon зарегистрировано более 400 000 постоянных «распределенных» работников, в основном, из стран третьего мира. Предлагаются задачи, хоть и простые, но автоматическому решению не поддающиеся (написать очень краткую аннотацию, присвоить рейтинги в массиве анкет соискателей позиций, отметить на изображениях определенные объекты, расставить метки в коллекциях изображений). Проекты, предполагающие выполнение множества простых операций по распределенной обработке технических изображений, чертежей, астрономических, атмосферных данных большими силами добровольцев, становятся все более популярными.

Различные научные дисциплины в разной степени подвергаются перестройке под действием новых распределенных исследовательских

методов. Первой академической дисциплиной, подвергшейся сильному влиянию краудсорсинга, оказалась орнитология. В первую очередь, речь идет о проекте eBird.org. За одиннадцать лет существования проект привел к созданию всемирной он-лайн базы данных наблюдения за птицами в реальном масштабе времени. Проект сплотил относительно небольшое ядро орнитологов-профессионалов и большую армию распределенных по земному шару добровольцев. Именно на счету добровольцев достижения проекта, например, заново открыты некоторые виды птиц, считавшиеся исчезнувшими. Таким образом, добровольцы освободили специалистов от большого объема рутинной работы. Такое разделение труда никак не принижает роль «краудсорсеров» [8].

Добровольцы предоставляют и вычислительные мощности своих персональных компьютеров. По состоянию на 2013 год, крупнейшим проектом распределенных вычислений, как по мощности, так и по числу участников является проект Folding@home (буквально: «свертывание-на-дому»). Это проект вычислений для проведения компьютерного моделирования свертывания молекул белка (сайт проекта http://folding.stanford.edu). Проект запущен в 2000 году в Стэнфордском университете. Цель проекта – с помощью моделирования процессов свертывания / развертывания молекул белка получить лучшее понимание причин возникновения болезней, вызываемых дефектными белками. Это болезни Альцгеймера, Паркинсона, диабет 2 типа, коровье бешенство, склероз, различные формы онкологических заболеваний. Каждый участник получает небольшой фрагмент задачи для вычислений. К настоящему времени проект Folding@home успешно смоделировал процесс свертывания белковых молекул на протяжении 5–10 мкс – что в тысячи раз больше предыдущих попыток моделирования. Общее число участников проекта перевалило за миллион, совокупная мощность компьютеров в добровольной сети – около 3000 терафлопс.

Более ранним проектом распределенных вычислений является SETI@home (от англ. Search for Extra-Terrestrial Intelligence at Home – поиск внеземного разума на дому́) – научный некоммерческий проект добровольных вычислений, использующий свободные вычислительные ресурсы на компьютерах добровольцев для поиска радиосигналов внеземных цивилизаций (сайт проекта http://setiathome.berkeley.edu). Проект заключается в обработке данных радиотелескопа обсерватории Аресибо для обнаружения сигналов, которые можно интерпретировать как искусственные. Данные телескопа конвертируются в задания на расчет, которые рассылаются участникам. После обработки результаты передаются компьютером участника проекта в Space Sciences Laboratory (SSL) Калифорнийского университета в Беркли. Этот проект все еще удерживает второе место как по мощности вычислительной сети, так и по числу участников. Даже скептики признают: хотя инопланетян, увы, пока еще не нашли, но алгоритмы вычислительных процедур данным проектом за 19 лет работы продвинуты значительно.

Мы рассмотрели проекты, участники которых как бы «подносят патроны» научным лидерам. А вот на другом «полюсе» краудсорсинга на-

ходятся проекты, подпадающие под определение «коллективной интеллектуальной деятельности» (КИД). Сотрудники Центра коллективной интеллектуальной деятельности при Массачусетском технологическом институте (http://cci.mit.edu/) дали верное, хотя и несколько забавное определение понятию «collective intelligence»: «Коллективный интеллект, коллективный разум – группа индивидуумов, совместно совершающих кажущиеся осмысленными действия». Та или иная научная задача предлагается к коллективному решению, однако тесное взаимодействие участников друг с другом не предполагается. Уже признано, что массовая группа экспертов (даже экспертов среднего уровня) при определенных условиях за счет синергизма отдельных усилий достигает лучших результатов, нежели самый квалифицированный эксперт-одиночка.

В этой версии распределенной деятельности участники выполняют сложные исследовательские процедуры. Например, они сверяют свои гипотезы с данными других источников, выполняют эксперименты с использованием специализированных сервисов. Наиболее известными проектами такого рода являются проекты по распределенному коллективному продвижению научно-технических инноваций (например, проекты http://www.innocentive.com, http://www.ninesigma.com), рецензированию и упорядочиванию патентов (http://peertopatent.org), разработке алгоритмов прогнозирования (http://www.netflixprize.com).

Краудсорсинг как форма организации научного труда уже «породил» новый класс исследователей без привязанности к какой-либо организации. Соглашения о конфиденциальности, а также общее доступное программное обеспечение и общий доступ к открытым ресурсам объединяют их хоть и в распределенный, но «боеспособный» коллектив.

Для дальнейшего развития краудсорсинговых процессов в научной сфере требуется решение ряда важнейших проблем. Это проблемы мотивации, обеспечения достоверности результатов, контроля качества работ, проблемы отсева недобросовестных участников, а то и прямых вредителей. Эти проблемы находят свое решение, причем зачастую – методом распределенного мозгового штурма. Так, одним из эффективных инструментов мотивации участников становится система конкурсов с привлекательными и престижными призами.

К другим условиям успешной КИД относят необходимость обеспечения разнообразия мнений, равноправия предложений, независимости экспертизы, необходимость координации децентрализованной работы членов группы [9]. Успешная коллективная интеллектуальная деятельность предполагает взаимодействие с системой открытых интернет-ресурсов, а также возможное применение результатов в контексте открытых инноваций и решение вопросов интеллектуальной собственности в отношении продукции, созданной столь непривычным способом [10–13].

Несколько особняком стоит так называемая wiki-активность. В отличие от классического краудсорсинга, проекты, ориентированные

на wiki-активность, не имеют четких временны́х границ. Они представляют собой, как правило, проекты по созданию контента постоянно обновляемых популярных баз данных и онлайн-энциклопедий. Участники работают безвозмездно, получая, как правило, лишь моральное удовлетворение. При этом получены весьма впечатляющие результаты и созданы признанные мировым научным сообществом значимые wiki-ресурсы.

Краудсорсинг в фармацевтических исследованиях

Показательны примеры организации краудсорсинговых исследований в фармацевтической промышленности. Фармацевтическая область оказалась флагманом применения краудсорсинга по ряду причин, в числе которых не только необходимость снижения проектных издержек, но и особенности исследовательского процесса в этой отрасли [14, 15]. Так, проект создания новых лекарств предполагает выполнение большого объема рутинных процедур и испытаний. Также, предполагается работа с большими базами данных. Таким образом, исследователей требуется больше, чем это может себе позволить типичная лаборатория. В силу специфики химических и биологических аспектов фармацевтики для руководителя разработки не всегда возможно адаптировать задачи для обычного аутсорсинга. Важно еще одно обстоятельство. Химики и биологи всегда отличались высокой культурой обращения с массивами библиографических данных, интернет-ресурсами. В химико-биологическом сообществе постоянно апробируются новые формы как коммуникаций, так и исследовательской работы.

Характерным примером является опыт компании Procter&Gamble по привлечению сторонних специалистов к решению научно-исследовательских задач. На специальном сайте публикуются задания, ожидающие своего решения. Авторы лучших решений получают вознаграждение. С компанией Procter&Gamble в удаленном режиме работает несколько тысяч ученых со всего мира, что превышает число штатных специалистов в исследовательских подразделениях компании.

Для облегчения краудсорсинговых фармацевтических исследований уже реализованы интернет-ресурсы и сервисы [16–18]. Подобные ресурсы в других исследовательских областях еще только создаются. Доступность открытых онлайн-ресурсов позволяет эффективно поддерживать распределенную разработку лекарств. Открытые базы данных PubChem (http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov), ChEBI (http://www.ebi.ac.uk/chebi), DrugBank (http://www.drugbank.ca), Metabolome (http://www.hmdb.ca), ChemSpider (http://www.chemspider.com) дополняют или даже вытесняют коммерческие базы данных и совместные системы типа (http://www.collaborativedrug.com). Некоторые популярные открытые ресурсы систематизированы в табл. 1, подготовленной с частичным использованием работы [16].

Таблица 1. Отрытые источники и интернет-сервисы для фармацевтики и смежных специальностей

Наименование	Адрес сайта	Вид сервиса
Protocol online	http://protocol-online.org/	Протоколы, методики и стандарты биологических исследований
Open Notebook science challenge	http://onschallenge.wikispaces.com	Путеводитель по еще не решенным научным задачам. Первоначально ресурс специализировался на поддержке массовых измерений растворимости веществ
DIYbio	http://diybio.org/	Поддержка сообществ самодеятельных и стихийных биологов
MyExperiment	http://www.myexperiment.org/	Поддержка технологических исследовательских потоков, поддержка сообществ
Open wetware	http://openwetware.org/wiki/Main_Page	Протоколы, материалы и ресурсы общего характера
Laboratree	http://laboratree.org/pages/home	Специализированная социальная сеть поддержки научной деятельности Университета штата Индиана
Open Source Drug Discovery	http://www.osdd.net/home	Поддержка сотрудничества по широкому кругу задач в рамках программы «Open source drug discovery»
WikiPathways	http://www.wikipathways.org/index.php/WikiPathways	Wiki-ресурс по терапевтическим стратегиям
Science Commons	http://sciencecommons.org/	Стратегии и инструменты поддержки распределенной исследовательской работы от компании Creative Commons. Один из лучших сервисов такого рода
UsefulChem project	http://usefulchem.wikispaces.com/	Примеры форматов использования открытых ресурсов в научной деятельности

Сетевые проекты

Для сравнения с дисперсной исследовательской деятельностью кратко охарактеризуем иссследовательскую деятельность по сетевым проектам. Такой вид распределенной деятельности имеет определенное распространение в российской научной системе. Сетевые проекты в российской науке сегодня – это, в основном, проекты по грантам, проекты в междисциплинарной области с определенными особенностями финансирования, например, субвенционные проекты. В таких проектах предполагается большая доля удаленной работы, однако сохраняются и обычные коллаборации. Сетевой проект предполагает наличие ясной задачи и авторитетного менеджера (менеджеров). Очень важна

проработка вопросов мотивации (простые приказы здесь не работают). Типичным является проект на стыке наук с совместным проведением экспериментальных исследований на двух-трех площадках и дистанционной обработкой данных, совместной удаленной работой над документами. Инициаторами таких проектов обычно выступают представители креативной части исследовательских институтов. Представители руководства НИИ, как правило, сохраняют доброжелательный нейтралитет, однако охотно включают публикации по таким проектам в общую отчетность института, даже если результаты не предусмотрены тематическими планами. Известны лишь единичные случаи, когда руководители НИИ инициировали сетевые проекты в их современном понимании. Чаще всего коллаборации по инициативе руководителей российских НИИ остаются иерархическими и сводятся к обычному медлительному аутсорсингу, когда заказчик видит результаты только во время приемки работы.

С точки зрения организации сетевого исследовательского труда отрыв мировой науки от науки отечественной продолжает увеличиваться. Так, обычной практикой стала организация сетевых проектов в рамках научных подразделений транснациональных корпораций. При этом сетевые методы, совместная распределенная работа, как оказалось, прекрасно уживаются с зачастую забюрократизированной организационной структурой западной корпоративной науки. Потребность выживания корпораций в современных сложных условиях заставляет идти на такой симбиоз. Например, корпорации нефтегазового сервиса стоят перед необходимостью оперативного сбора и быстрой «децентрализованной» обработки и интерпретации данных, поступающих с множества географически разнесенных буровых. Компания, продолжающая выполнять эти процедуры медленно, «по старинке», теряет рынок. Перестройка работы российских НИИ, а также немногих вузов, реально занимающихся исследованиями, в пользу сетевых методов еще только начинается.

Успешная исследовательская деятельность сетевых коллективов, как и «электронная наука» в целом, опирается на наличие развитой IT-инфраструктуры, включающей сетевые магистрали, информационные ресурсы и сервисы. В первую очередь, это системы «Grid» [19], «Cyberinfrastructure» [20], «Collaboratories» [21]. Это принципиально новые инструменты, удалившие грань между собственно исследованием и коммуникацией.

Имеется обнадеживающая динамика предложений программного и интернет-обеспечения сетевых проектов. С точки зрения общего менеджмента в российских сетевых проектах наиболее популярны сервисы Megaplan и Evernote. Несколько отстают в популярности DocToGo или Apple Pages. Для совместной дистанционной работы над документами участники сетевых исследовательских проектов предпочитают Google Docs и Windows Live Microsoft Sky Drive. В отношении сервисов хранения большого объема научных данных разнообразного характера явных предпочтений у сетевых менеджеров не выявлено, в числе лидеров – Humyo, IFolder, Wuala.

Не забыты и «рядовые» участники сетевых проектов. В Интернете реализована развитая система сервисов для информационной поддержки проводимых научных исследований и установления связей между учеными. Это, например, целая система научных электронных библиотек, порталов по отраслям знаний. Формирование команд и поддержка исследовательских сообществ – специализация ряда популярных ресурсов (http://scipeople.ru; http://socionet.ru; http://www.science-community.org; http://www.sen-say.ru). Сайты (http://www.mendeley.com; http://www.zotero.org; http://www.citeulike.org) предлагают библиографические и социальные сервисы. Известны не только сетевые, но и «коробочные решения» систем упорядочения ссылочного аппарата и информационных материалов в ходе выполнения сетевых проектов.

Заключение

Мировые тренды развития дисперсной исследовательской деятельности сегодня не совпадают с трендами российскими. Российские добровольцы, пользуясь определенной академической свободой и независимостью, активно участвуют в зарубежных проектах. Напротив, сколько-нибудь значительных краудсорсинговых проектов научно-технического характера в России обнаружить не удается. Краудсорсинговые проекты, инициированные российскими фирмами и фондами, немногочисленны, не очень масштабны, ограничены по времени. Они относятся к бизнесу или проектам социального характера. Недостаточное развитие обсуждаемого вида исследовательской деятельности можно объяснить рядом факторов, это: (а) отсутствие практики призового вознаграждения больших групп участников; (б) неготовность научных центров внятно и привлекательно формулировать масштабные задачи для большого числа участников; (в) отсутствие культуры сопровождения масштабных краудсорсинговых проектов на протяжении всего жизненного цикла. В ближайшем будущем из видов распределенной исследовательской деятельности в России будут доминировать только сетевые варианты.

Тем не менее, проведение современной российской научно-технической политики уже невозможно без учета нарастающей диверсификации форм исследовательской деятельности. Возможно, что дисперсные проекты могли бы каким-то образом, хотя бы частично компенсировать имеющиеся затруднения. Таким образом, можно говорить о научном краудсорсинге с российской спецификой. Всего один пример. Кадровый дисбаланс, о котором шла речь выше, это постоянная нехватка рабочих рук, особенно во вспомогательном звене. Так, в научных центрах очень остро стоит вопрос дефицита конструкторов и чертежников, владеющих современными системами проектирования. Решить этот вопрос можно именно средствами краудсорсинга.

Для ученого и инженера, в современной ситуации удаленная работа по специальности в сетевых и дисперсных проектах без жесткой при-

вязки к организации, но и без изоляции – один из шансов на продолжение профессиональной деятельности. Это шанс избавиться от угрозы потери исследовательской формы, шанс найти баланс между вторичной занятостью и работой по специальности.

Для развития приемов распределенной исследовательской деятельности в России важно, чтобы общественность была широко проинформирована о новых возможностях и накопленном опыте.

Список источников

1. *Лурье С. В*. О кошке, гуляющей самой по себе, и когнитивной функции государства // Отечественные записки – сетевая версия. URL: http://www.strana-oz.ru/2002/7/o-koshke-gulyayushchey-samoy-po-sebe-i-kognitivnoy-funkcii-gosudarstva.
2. *Мирская Е. З., Шапошник С. Б.* Компьютерные телекоммуникации в российской науке // Вестник РАН. 1998. № 3. С. 203–213.
3. *Bucheler T., Sieg J.* Understanding Science 2.0: Crowdsourcing and Open Innovation in the Scientific Method // Procedia Computer Science. 2011. Vol. 7. P. 327–329.
4. *Howe J.* The rise of crowdsourcing // Wired magazine. 2006. Vol. 14. № 6. C. 1–4.
5. *Lakhani K. R., Jeppesen L. B., Lohse P. A., Panetta J. A.* The Value of Openness in Scientific Problem Solving // Power. 2013.
6. *Winchester S.* The Professor and the Madman: A Tale of Murder, Insanity, and the Making of the Oxford English Dictionary. Harper Collins USA, 1998.
7. *Tapscott D., Williams A. D.* Wikinomics: how mass collaboration changes everything // Expanded Portfolio Publishers. San Francisco, 2008.
8. *Wyatt K.* Birdwatching Hobby Takes Flight // USA Today. September 19, 2007.
9. *Surowiecki J.* The wisdom of crowds: why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies, and nations. USA: Doubleday Books, 2004.
10. *Bonabeau E.* Decisions 2.0: the power of collective intelligence // MIT Sloan Management Review. 2009. Vol. 50. № 2. P. 45–52.
11. *Chesbrough H. W.* Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
12. *Leimeister J.* Collective Intelligence // Business & Information Systems Engineering. 2010. Vol. 4. P. 245.
13. *Davenport T. H.* Thinking for a living: how to get better performance and results from knowledge workers. Boston. Harvard Business School Press, 2005.
14. *Bailey D. S., Zanders E. D.* Drug discovery in the era of Facebook – new tools for scientific networking // Drug Discovery Today. 2008. Vol. 13. P. 863–868.

15. *Bingham A., Ekins S.* Competitive collaboration in the pharmaceutical and biotechnology industry // Drug Discovery Today. 2009. Vol. 14. P. 1749–1781.
16. *Ekins S., Williams A.* Reaching Out to Collaborators: Crowdsourcing for Pharmaceutical Research // Pharmaceutical Research. 2010. Vol. 27, № 3. P. 393–395.
17. *Louise-May S., Bunin B.* Towards integrated web-based tools in drug discovery // Drug Discovery-Touch Briefings. 2009. Vol. 6. P. 17–21.
18. *Williams A. J., Tkachenko V.* Free online resources enabling crowdsourced drug discovery // Drug Discovery World. 2010. Vol. 11. № 1. P. 14–21.
19. *Foster I., Kesselman S.* The grid 2: Blueprint for a future computing infrastructure. Waltham: Morgan Kaufmann Publishers, 2004.
20. *Atkins D.* Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure. Arlington: National Science Foundation, 2003.
21. *Finholt T. A.* Collaboratories as a new form of scientific organization. USA: Taylor & Francis, 2003.